

# WAVEGUIDE AND MACH-ZEHNDER TYPE OPTICAL CIRCUIT USING IT

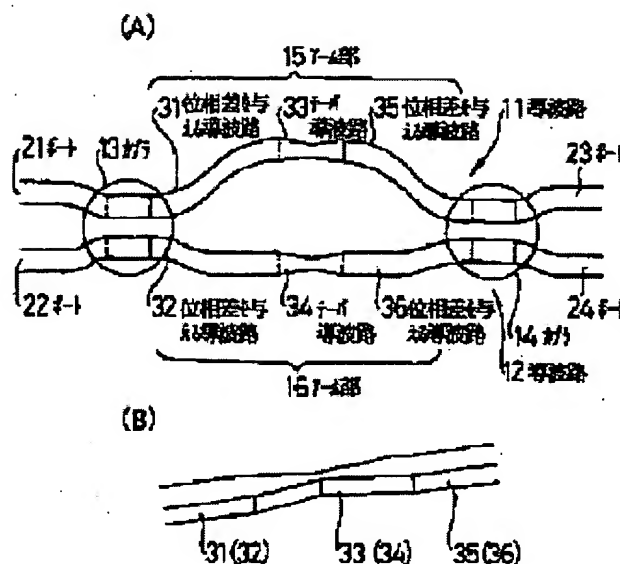
**Patent number:** JP7281041  
**Publication date:** 1995-10-27  
**Inventor:** SHIRATA TOMOYUKI; others: 01  
**Applicant:** HITACHI CABLE LTD  
**Classification:**  
 - international: G02B6/122; G02F1/035  
 - european:  
**Application number:** JP19940069533 19940407  
**Priority number(s):**

Report a data error here

## Abstract of JP7281041

**PURPOSE:** To eliminate dependency on a polarizing condition of light by canceling birefringence caused by external stress applied to waveguides when the waveguides are formed.

**CONSTITUTION:** This is applied to a Mach-Zehnder type light circuit which has arm parts 15 and 16 in the middle of two waveguides 11 and 12 and in which couplers 13 and 14 are arranged on both sides. The two arm parts 15 and 16 arranged between the couplers 13 and 14 are divided in three areas in the lengthwise direction as waveguides 31 and 32 to apply a phase difference, taper waveguides 33 and 34 and waveguides 35 and 36 to apply a phase difference. In the waveguides 31, 32, 35 and 36 to apply the phase difference, those widths and thicknesses are always constant. In the taper waveguides 33 and 34 situated in the middle, widths are changed. A structure is formed in such a way that a waveguide width gradually becomes thick up to a former waveguide width after it gradually becomes narrow. A film thickness is uniform. Thereby, birefringence is canceled by absorbing external stress applied to the waveguides when the waveguides are formed.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

特開平7-281041

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/122

G 0 2 F 1/035

G 0 2 B 6/ 12

A  
C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-69533

(22) 出願日 平成6年(1994)4月7日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 白田 知之

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72) 発明者 上塚 尚登

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

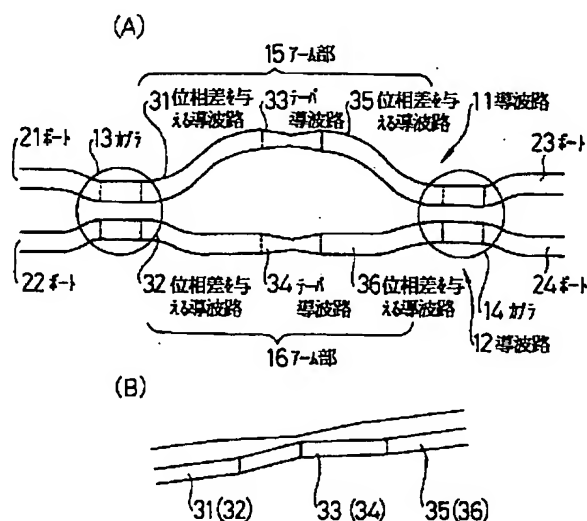
(74) 代理人 弁理士 松本 孝

(54) 【発明の名称】 導波路及びそれを用いたマッハツェンダ型光回路

(57) 【要約】

【目的】 導波路形成時に導波路が受ける外部応力によって生じる複屈折をキャンセルして光の偏光状態に依存しないようにする。

【構成】 2本の導波路11、12の間にアーム部15、16を有し、両側にカブラ13、14が設けられるマッハツェンダ型光回路に適用される。カブラ13、14間に配置される2本のアーム部15、16は、長さ方向に3つの領域に分れる。位相差を与える導波路31、32、テーパ導波路33、34及び位相差を与える導波路35、36である。位相差を与える導波路31、32、35、36はそれらの幅、厚さは変らず一定である。中間に位置するテーパ導波路33、34は、幅を変化させている。導波路幅が徐々に細くなった後、徐々に元の導波路幅まで太くなる構造としてある。膜厚は一様である。これにより導波路作成時に導波路に生じる外部応力を吸収して複屈折をキャンセルする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】導波路形成時に導波路に加わる外部応力によって複屈折が生じる導波路において、上記複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路を上記導波路の途中に設けたことを特徴とする導波路。

【請求項2】光を分岐するカプラ、位相差を与える2本の導波路、光を干渉させるカプラを備えたマッハツェンダ型光回路において、上記位相差を与える2本の導波路の途中に、請求項1に記載の複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路が設けられていることを特徴とするマッハツェンダ型光回路。

【請求項3】上記複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路は、導波路幅が徐々に細くなった後、徐々に元の導波路幅まで広がるテーパ導波路である請求項1に記載のガラス導波路、または請求項2に記載のマッハツェンダ型光回路。

【請求項4】上記複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路は、その形状が導波路幅が徐々に細くなった後、徐々に元の導波路幅まで広がるテーパ導波路であり、このテーパ導波路は位相差を与える2本の導波路の長さ方向の中心にそれぞれ位置し、同一形状をしていることを特徴とする請求項2に記載のマッハツェンダ型光回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、導波路及びそれを用いたマッハツェンダ型光回路、特に応力によって生じる導波路の複屈折を低減できる導波路構造に関する。

【0002】

【従来の技術】図2に従来のマッハツェンダ型光回路の導波路構造を示す。これは導波路基板上に、光を分岐するカプラ1、位相差を与える異なる長さの2本の導波路2、3、及び光を干渉させるカプラ4より構成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】位相差を与える導波路2、3には、導波路作成時に外部応力が加わり、導波路に複屈折が生じる。そのため、X方向の偏光とY方向の偏光とのそれぞれにおいて、導波路2及び3の光路長が異なり、光の偏光状態により、光回路の特性が大きく変る問題が生じる。

【0004】ここで、導波路作成時に外部応力が加わる理由を詳しく説明する。導波路の作成は、まず石英基板上に電子ビーム蒸着によってコア膜( $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ )を形成し、フォトリソグラフィ技術、反応性イオンエッチングなどを用いて、コア形状を切り出し、次いで、その上に火炎堆積法により、多孔質ガラス( $\text{P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ )を堆積させて焼結する。

【0005】この堆積した多孔質ガラスの焼結時、コア厚さよりも多孔質ガラスの厚さが厚いので、多孔質ガラスが基板厚さと直交する方向(x軸方向)と厚さ方向

(y軸方向)とに収縮することになる。このとき導波路に大きな収縮が発生する。応力を受けた導波路の屈折率は光弾性効果により変化するが、x軸方向とy軸方向で応力が異なる場合、導波路内の応力の大きさが異なる。その結果、複屈折率が生じることになり、これにより両偏光モード間の伝搬定数に差が生じることになる。

【0006】このことは何もマッハツェンダ型光回路だけの問題ではなく、光分岐結合器やガラス導波路で構成される光合分波器にも当てはまり、広くガラス導波路に共通する問題である。

【0007】このように導波路は、クラッドガラス形成時に受ける外部応力によって複屈折を生じるため、光の偏光状態により光回路の特性が大きく変る問題が生じる。

【0008】本発明の目的は、前記した従来技術の欠点を解消し、光の偏光状態に依存しない導波路及びそれを用いたマッハツェンダ型光回路を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のガラス導波路は、導波路形成時に導波路に加わる外部応力によって複屈折が生じる導波路において、上記複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路を上記導波路の途中に設けたものである。この様な導波路を用いた導波路型光部品には、周波数合分波器、光分岐結合器、リミッタ、マッハツェンダ型光回路ないしマッハツェンダ型光干渉器、マッハツェンダ型光スイッチ、N×N導波路型スターカプラ等がある。

【0010】また、本発明のマッハツェンダ型光回路は、光を分岐するカプラ、位相差を与える2本の導波路、光を干渉させるカプラを備えたマッハツェンダ型光回路において、位相差を与える2本の導波路の途中に、上述した複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路が設けられているものである。

【0011】これらの場合、複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路は、導波路幅を細くした直線とすることもできるが、導波路幅が徐々に細くなった後、徐々に元の導波路幅まで広がるテーパ導波路とすると、複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路と、位相差を与える2本の導波路との接続による損失増加を低減できるとともに、作成が容易である点から好ましい。

【0012】また、特にマッハツェンダ型光回路の場合は、左右からの入力により同一の出力特性が得られなければならないから、中心に位置させる。また、位相差を与える2本の導波路の光路長差を複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路を設けた場合も同一とするため、同一形状とする。

【0013】

【作用】導波路または位相差を与える導波路に、導波路形成時に外部応力によって生じる複屈折を、X方向とY

方向の伝搬定数を補正することによってキャンセルするテーパ導波路のような導波路を付け加えてあるので、導波路形成時に導波路が外部応力を受けても、X方向の偏光とY方向の偏光とで導波路の光路長を同一に保つことができるので、光の偏光状態により光回路の特性が大きく変るということがない。

#### 【0014】

【実施例】以下、本発明のガラス導波路を用いたマッハツェンダ型光回路の実施例を図面を用いて説明する。図1に本実施例によるマッハツェンダ型光回路を示す。このマッハツェンダ型光回路は、石英基板上に形成される2本の導波路11、12と2つのカプラ13、14とから構成される。

【0015】2本の導波路11、12は、その中間に長さの異なるアーム部15、16を有し、その両側にカプラ例えば3dBカプラ13、14が設けられる。左側のカプラ13は一方のポート21または22から入射された光を分岐してアーム部15、16に伝える。アーム部15、16はアーム部中の非線形屈折率により分岐光に2本のアーム部15、16で異なる位相差を与え、右側のカプラ14に伝える。右側のカプラ14は、アーム部15、16で位相差を与えられた光を干渉させて、左側のカプラ14の一方のポート21と平行な平行ポート23と対角ポート24とから出射させる。

【0016】さて、同図に示す様に、カプラ13、14間に配置される2本のアーム部15、16は、それらの長さ方向に沿ってそれぞれ3つの領域に分れている。ともに左から右に向って位相差を与える導波路31、32、テーパ導波路33、34、及び位相差を与える導波路35、36である。これらのうち、位相差を与える導波路31、32、35、36は、従来のものと同様に、長さ方向に沿ってそれらの断面略矩形の厚さ、高さは変わらず一定である。

【0017】ところが、中間に位置するテーパ導波路33、34はその名が示す通り、長さ方向に沿って形が変化している。すなわち、導波路作成時にアーム部15、16の導波路に生じる外部応力による複屈折をキャンセルするために、平面視で導波路幅が両側とも徐々に細くなり、その後また徐々に元の導波路幅まで太くなるテーパ構造をしている。このテーパは導波路作成時に、導波路形状を切出すときにつける。テーパ導波路の形状は、導波路の形成条件によって決るが、例えばアーム部15、16の位相差を与える導波路31、32、35、36が4 $\mu$ m幅であれば、4 $\mu$ mから2 $\mu$ mに変化した後、4 $\mu$ mにテーパ状に変化させる。なお膜厚は一樣である。

【0018】なお、テーパ導波路の形状は、この他に導波路幅の一侧は変化せず他側のみがテーパとなってもよい。

【0019】これらテーパ導波路33及び34は、それ

ぞれ上側アーム部15と下側アーム部16の長さの中心位置に設ける。また、導波路33、34は上側と下側とで同一の形状とする。このように中心位置に設け、かつ同一形状とした理由は既述した通りである。

【0020】さて、上述したようにマッハツェンダ型光回路の、2本のアーム部15、16の途中に、テーパ導波路33、34を設けると次のようになる。

【0021】通常、X、Y軸方向ともに圧縮力が発生するが、Y軸方向に比べX軸方向の圧縮の方が大きいため、X軸方向の等価屈折率がY軸方向に比べ大きくなる結果、X軸方向の光路長が短くなる。ところが、この実施例では、導波路幅をテーパ状にして一部を細くしているので、y偏光に対してx偏光の光路長を長くすることができる。その結果、両偏光での光路長を等しくすることができ、光の偏光状態によって、光回路の特性が変化することがなくなる。

【0022】このように本実施例によれば、左側のカプラ13の一方のポート21から入射されて分岐された光は、アーム部15、16に伝わるが、同一アーム部内ではテーパ導波路33、34の挿入によりX偏光とY偏光間で光路長が同一となる。その結果、入射される光の偏光状態によらず、光回路の特性が変ることがなくなり、アーム部15、16で位相差を与えられた光を干渉させて、左側のカプラ13の一方のポート21と平行な平行ポート23と対角ポート24とに、偏光依存性損失のない光を出射させることができる。

#### 【0023】

##### 【発明の効果】

(1) 請求項1に記載の導波路によれば、外部応力によって生じる複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路を導波路の途中に設けたので、導波路形成時の応力によって生じる導波路の複屈折をキャンセルできる。

【0024】(2) 請求項2に記載のマッハツェンダ型光回路によれば、外部応力によって生じる複屈折をキャンセルする形状をもつ導波路を、位相差を与える2本の導波路の途中に設けて、X偏光、Y偏光とも導波路の光路長を等しくするようにしたので、光の偏光状態によっても光回路の特性が変わらず、偏光依存性損失を低減でき、性能の向上が図れる。

【0025】(3) 請求項3に記載のガラス導波路またはマッハツェンダ型光回路によれば、複屈折をキャンセルできる形状の導波路をテーパ導波路としたので、幅を変えるだけで作成が容易である。

【0026】(4) 請求項4に記載のマッハツェンダ型光回路によれば、テーパ導波路を位相差を与える2本の導波路の中心に同一形状のものを設けるようにしたので、偏光依存性損失をより低減できる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマッハツェンダ型光回路の実施例を説明するための構成図。

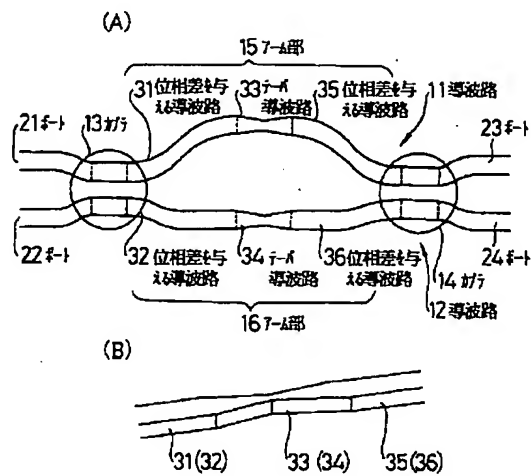
【図2】従来例のマッハツェンダ型光回路を説明するための構成図。

【符号の説明】

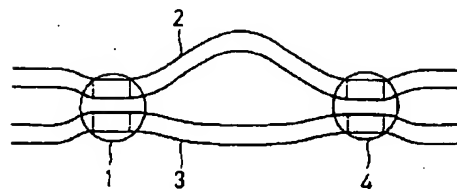
11、12 導波路  
13、14 カプラ

15、16 ア  
21～24 ホ  
31、32、35、36 位相差を与える導波路  
33、34 テーパ導波路

【図1】



【図2】



BEST AVAILABLE COPY